

BAB 1

PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG

1.1.1 Siput Haliah *Thais sp.*

Gastropoda merupakan kelas terbesar dalam filum Moluska. Di Semenanjung Malaysia sebanyak 330 spesies gastropoda termasuk siput haliah *Thais sp.* telah dikenal pasti (Purchon *et al.*, 1998). Gastropoda mempunyai kepentingan ekonomi dan ekologi dalam kitaran makanan di habitatnya. Kebanyakan gastropoda dikutip untuk kegunaan masakan sama ada di rumah mahupun di restoran. Tidak kurang daripada 6 spesies gastropoda yang lazim dijadikan sumber makanan dan yang paling popular ialah *Cerithidea obtusa* (siput belitung, siput sedut, siput mata merah; yang dikutip di kawasan hutan bakau). Siput haliah terdapat dengan banyak di seluruh pantai Semenanjung Malaysia *Thais sp.*, (Siput haliah, siput kayal) yang terdapat banyak di pantai berbatu dikutip oleh penduduk setempat untuk dimakan dan jarang dijual di pasar. Pada tahun 2000, sebanyak 6.231 tan metrik moluska termasuk siput laut telah didaratkan di Semenanjung Malaysia (Anon, 2002).. Mutakhir ini telah timbul semula minat terhadap kumpulan siput ini kerana ianya boleh digunakan

sebagai penunjuk biologi yang berguna kepada pencemaran sebatian TBT di perairan pantai (Gibbs and Bryan, 1991; Horiguchi *et al.*, 1994a).

1.1.2 Pencemaran Marin Dan Cat Anti-kotoran Marin

Menurut GESAMP (*Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution*: IMO-FAO-UNESCO-WMO-WHO-IAEA-UN-UNEP) pencemaran marin boleh ditakrifkan sebagai;

“pencemaran bermakna pengenalan oleh manusia secara langsung atau tidak langsung bahan-bahan atau tenaga ke dalam persekitaran marin (termasuk muara sungai) yang mengakibatkan kesan-kesan merosakkan yang memudaratkan sumber kehidupan laut, membahayakan kesihatan manusia, mengganggu aktiviti marin termasuk perikanan, merosakkan kualiti kegunaan air laut dan menjejaskan kemudahan” (GESAMP, 1983)

Di bawah Konvensyen Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu dalam Undang-Undang Laut 1982, Artikel 1, para 1(4) mentakrifkan pencemaran laut sebagai;

“pencemaran bermakna pengenalan oleh manusia secara langsung atau tidak langsung bahan-bahan atau tenaga ke dalam persekitaran marin, termasuk muara sungai, yang mengakibatkan kesan-kesan merosakkan yang memudaratkan sumber dan hidupan laut, membahayakan kesihatan manusia, mengganggu aktiviti marin, termasuk perikanan dan penggunaan laut lain yang munasabah, merosakkan kualiti kegunaan air laut dan menjejaskan kemudahan”

Sementara itu, di bawah Akta Kualiti Alam Sekitar 1974, pencemaran didefinisikan sebagai;

“sebarang perubahan secara langsung atau tidak langsung fizikal, terma, kimia, biologi, atau sifat radioaktif pada sebarang bahagian alam sekitar dengan membuang, mengeluarkan atau memendapkan sisa yang berkesan sampingan kepada keadaan yang membahayakan dan berpotensi ke arahanya terhadap kesihatan umum, keselamatan, atau kebajikan, atau kepada haiwan, burung, binatang liar, ikan atau hidupan akuatik, atau tumbuhan yang menyebabkan kepada pelanggaran sebarang keadaan, penghadan, pembatasan sesuatu lesen di bawah Akta ini”

Secara amnya, punca utama pencemaran ke atas alam sekitar marin terbahagi kepada dua bahagian iaitu melalui proses semula jadi dan akibat daripada aktiviti manusia (Caddy dan Griffiths, 1995). Dalam keadaan semula jadi, pencemaran berlaku akibat daripada proses hakisan batu batan, tanah, biologikal dan sumber-sumber antropogenik yang dibawa oleh air. Pencemar ini boleh memasuki perairan marin melalui proses pengangkutan yang berupa bahan pepejal terampai yang bermula dari litosfera dan atmosfera menuju ke sistem akuatik yang bergerak bersama-sama aliran air. Proses yang terjadi selama pengangkutan ini melibatkan proses biologi, kimia dan fizikal.

Secara khusus, punca utama pencemaran air kerana aktiviti manusia boleh dilihat dalam bentuk kumbahan dan buangan domestik, buangan sisa perindustrian dan pembangunan tanah. Projek-projek pembangunan tanah pula sama ada untuk pertanian, pembinaan jalan dan infrastruktur lain serta pembinaan perumahan telah menyebabkan hakisan dan kelodakan bagi kawasan berkenaan. Aktiviti lain yang turut menyumbang kepada pencemaran marin adalah kegiatan perkapalan, aktiviti-aktiviti yang berlangsung di pelabuhan, pembangunan industri-industri di sekitar kawasan pantai mahupun pembinaan pangkalan.

TBT adalah salah satu daripada sebatian organotimah. TBT telah digunakan dengan pesatnya sebagai bahan biosid dalam cat anti-kotoran laut yang digunakan pada badan kapal dan struktur marin lain untuk mencegah organisma laut daripada tumbuh dan melekat di struktur tersebut. Pertumbuhan organisma akuatik pada badan kapal boleh menyebabkan pengurangan laju kapal sehingga 10 % dan seterusnya

akan meningkatkan penggunaan bahan petroleum, kos overhead dan penyelenggaraan (Abbot *et al.*, 2000). Kepekatan toksik TBT dapat menghalang peringkat pelekatan organisma akuatik seperti teritip, siput sudu, rumpair, atau cacing pada lunas badan kapal. Walau bagaimanapun, kesan toksik TBT telah memberikan kesan sampingan yang negatif kepada organisma marin lain yang bukan sasaran. TBT telah menyebabkan kejadian penebalan cengkerang tiram menjadikan isi tiram kecil dan tidak boleh dipasarkan. Pada gastropoda, TBT telah menyebabkan kejadian imposeks yang mengakibatkan siput betina mandul, gagal untuk membiak dan akan mati.

1.1.3 Imposeks

Istilah imposeks adalah menjelaskan tentang kehadiran organ seksual jantan pada organisma betina dan mulai diperhatikan sejak awal tahun 70-an. Ketika itu kejadian ini dikenali sebagai pseudohermafrodit yang biasanya berlaku pada siput *Nucella lapillus*. Seterusnya keadaan ini diberikan istilah imposeks untuk menjelaskan fenomena di mana kehadiran organ seksual jantan pada siput betina yang tidak dijangkiti oleh parasit dan tergolong dalam golongan siput gastropoda yang bersifat gonokorostik (setiap individu mempunyai organ seksual yang berbeza). Kejadian fenomena ini berlaku apabila *Nassarius obsoletus* ini terdedah kepada persekitaran yang mengandungi TBT. Selain daripada pembentukan penis, vas deferens juga akan dibentuk dan dalam keadaan yang lebih teruk lagi oviduktus atau salur ovum akan tersumbat dan pecah yang akan mengakibatkan kemandulan dan kematian. Kematian organisma betina akan mengakibatkan nisbah jantina yang akan bias kepada populasi jantan dan menjadikan populasi tidak seimbang dan menjurus kepada kepupusan. Kejadian imposeks ini telah dilaporkan di merata dunia dengan melibatkan lebih 70 spesies gastropoda (Fent, 1996). Fenomena imposeks ini telah dijadikan sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran TBT di persekitaran marin, oleh kerana kejadian imposeks ini telah dibuktikan mempunyai hubungan rapat dengan pencemaran TBT.

1.1.4 Penunjuk Biologi

Istilah penunjuk biologi digunakan sebagai kemampuan suatu organisma yang memberikan penunjuk ke atas kualiti persekitaran yang berasaskan kehadiran dan kekerapan sesuatu tumbuhan, haiwan, mikrob atau lain-lain bentuk hidupan (Anon, 1995). Penggunaan organisma sebagai penunjuk kualiti air telah dilakukan kepada saliran air tawar pada tahun 1908 (Reish, 1960). Penggunaan penunjuk biologi untuk pengawasan kualiti persekitaran marin bermula hanya pada tahun 1916 (Soule, 1988). Seterusnya Goldberg (1975) telah menyarankan program “*mussel watch monitoring*” dengan menggunakan siput sudu *Mytillus edulis* dalam menilai pencemaran bahan kimia di muara sungai dan perairan pantai Amerika Utara.

Terdapat pelbagai jenis hidupan marin yang boleh dijadikan organisma penunjuk biologi kepada pencemaran marin seperti fitoplakton, zooplankton, krustasia, gastropoda dan ikan. Kesemua organisma marin boleh mengumpulkan bahan cemar dari persekitaran dan kepekatan bahan cemar dan tisu badan organisma berkenaan mempunyai hubungan rapat dengan kepekatan bahan cemar tersebut di persekitaran (dalam air ataupun sedimen). Hidupan laut juga sensitif kepada perubahan alam sekitar boleh mengalami perubahan fisiologi dan morfologi. Penggunaan penunjuk biologi banyak memberikan kemudahan dari segi kos persampelan, masa persampelan, dan mendapat data yang lebih meluas.

Dalam masa beberapa tahun kebelakangan ini, tahap pencemaran dalam persekitaran marin telah meningkat akibat daripada aktiviti antropogenik. Kualiti air dan sedimen yang menurun boleh melibatkan pengurangan sumber semula jadi. Di atas alasan ini adalah menjadi satu keperluan untuk mengembangkan kaedah-kaedah untuk mengenal pasti, menganggar, perbandingan penilaian dan pengurusan risiko yang disebabkan oleh pelepasan bahan cemar kimia ke dalam persekitaran dan sumber semula jadi. Pertubuhan antarabangsa dan agensi alam sekitar mengiktiraf bahawa penilaian risiko tidak hanya berdasarkan kepada analisis kimia sampel persekitaran kerana pendekatan ini tidak memberikan sebarang penunjuk kepada kesan mudarat oleh bahan cemar ke atas biota. Dengan demikian, pengukuran kesan biologi ke atas

kesan pencemaran telah menjadi penting dalam penilaian kualiti alam sekitar (Bayne, 1989).

Baru-baru ini, penggunaan penunjuk biologi pada peringkat molekul dan sel telah dicadangkan sebagai peranti amaran awal yang sensitif untuk pengukuran kesan biologi dalam penilaian kualiti alam sekitar (Cajaraville *et al.*, 2000). Penunjuk biologi boleh digunakan dalam cara ramalan, dengan demikian satu strategi pemulihan biologi yang awal boleh dijalankan sebelum kerosakan persekitaran dalam ekosistem berkenaan.

Pendekatan penggunaan penunjuk biologi digabungkan dalam program permonitoran pencemaran di Eropah dan Amerika Syarikat (contohnya; *The North Sea Task Force Monitoring Master Plan*, dan *The NOAA's National Status and Trends Program*). Dengan itu, adalah wajar pendekatan sedemikian dirumuskan di Malaysia dalam program pemonitoran kualiti alam sekitar marin.

1.1.5 Perairan Semenanjung Malaysia dan Perkapalan

Secara amnya, Malaysia mempunyai pantai sepanjang 4,675 km dan kawasan laut seluas 549,500 km² berbanding dengan kawasan daratan yang hanya 332,600 km² sahaja. Semenanjung Malaysia pula mempunyai garis pantai hampir separuh daripada kepanjangan tersebut yang terletak di Selat Melaka dan Laut China Selatan. Kedua-dua perairan tersebut merupakan laluan laut utama bagi perkapalan sejak kurun ke-14 apabila Melaka mula dibuka. Pada masa ini Selat Melaka merupakan satu laut yang paling sibuk di dunia dengan kesibukan trafik dianggarkan melebihi 50,000 kapal setahun. Manakala, pada tahun 1994 Jabatan Laut Semenanjung Malaysia telah dilaporkan sebanyak 122,060 buah kapal telah berlabuh di pelabuhan-pelabuhan di Selat Melaka (termasuk Malaysia, Indonesia dan Singapura). Akibat kesibukan tersebut, maka dari 1975 hingga 1995 terdapat sebanyak 476 kemalangan telah berlaku dan sebanyak 131 (26 %) yang melibatkan perlanggaran kapal. Laut

China Selatan mempunyai senario yang hampir sama. Kesibukan perkapalan di perairan Semenanjung Malaysia dapat memberikan gambaran betapa seriusnya pencemaran laut yang dibebani terutamanya pencemaran TBT yang berpunca dari cat anti-kotoran laut. Bebanan ini ditambah lagi dengan kehadiran 65 limbungan pembinaan dan penyelenggaraan kapal. Di samping itu pula terdapat limbungan kecil yang tidak dapat dipastikan bilangannya yang membaiki bot-bot kecil. Kesemua aktiviti di limbungan ini menggunakan cat anti-kotoran laut yang merupakan punca pencemaran dari daratan. Pencemaran bahan TBT inilah yang kurang mendapat perhatian di Malaysia di waktu ini walaupun telah lama dan berterusan dibincangkan di arena antarabangsa.

1.1.6 Peraturan Pengawalan Penggunaan Cat Anti-kotoran Laut

Sehingga kini tiada sebarang peraturan ataupun undang yang menghadkan penggunaan TBT di rantau Asia Tenggara termasuklah Malaysia. Peraturan seumpamanya telah pun dilaksanakan di kebanyakan negara-negara maju seperti Amerika Syarikat, Perancis, Jepun, Kanada, Britain dan lain-lain. Walau bagaimanapun peraturan ini hanya had kepada kapal kecil yang beroperasi di pesisiran pantai sahaja. Telah banyak laporan mengenai pemulihan mutu alam sekitar kesan daripada pengawalan penggunaan cat anti-kotoran laut tersebut. Namun begitu, tiada sebarang peraturan pengawalan ke atas kapal-kapal komersial yang besar dan beroperasi di laut lepas.

Secara global, pengharaman penggunaan TBT akan cuba di kuatkuasakan pada tahun 2003. *Marine Environmental Protection Committee* (MEPC) di bawah International Maritime Organization (IMO) telah bertahun-tahun mengkaji kemungkinan ini setelah mengkaji pelbagai aspek perundangan, kesan sampingan ekonomi, dan ekologi. Pelbagai reaksi dari pelbagai pihak terutamanya pengeluar cat, pemilik kapal, pemilik limbungan dan saintis telah timbul.

Walau apa pun yang dilaksanakan dan akan melibatkan peringkat global, di masa yang terdekat ini satu strategi perlu digubal untuk menangani isu pencemaran sebatian TBT di perairan Semenanjung Malaysia.

1.2 **Penyataan Masalah**

Apakah status imposeks pada siput haliah *Thais sp.* di Perairan Semenanjung Malaysia akibat daripada pencemaran cat anti-kotoran laut? Apakah hubungan imposeks dengan pencemaran cat anti-kotoran laut berasaskan TBT?

1.3 **Objektif Penyelidikan**

Secara umumnya objektif kajian ini adalah untuk menilai tahap imposeks dalam siput haliah dan pencemaran TBT dan menjadikan imposeks sebagai penunjuk pencemaran TBT. Untuk lebih terperinci, kajian ini telah dijuruskan kepada objektif yang berikut;

1. mengukur kelimpahan (*abundance*) siput haliah *Thais sp.*
2. mengkaji kelakuan/prestasi (*performance*) pembiakan populasi tersebut ataupun rekrutmen baru dalam populasi siput haliah
3. menilai nisbah jantina siput haliah
4. mengukur tahap imposeks siput haliah *Thais* pada siput yang matang dan remaja
5. menaksir input sebatian TBT ke perairan marin Semenanjung Malaysia

1.4 Skop Kajian

Pengukuran imposeks pada siput haliah ini telah dijalankan kepada siput-siput matang dan remaja bagi menentukan kesan pencemaran jangka pendek dan jangka panjang. Pengukuran imposeks dijalankan di kawasan yang dikenal pasti sebagai yang aktif dan yang kurang aktiviti perkapalan. Kajian ini hanya tertumpu di perairan Semenanjung Malaysia sahaja.

1.5 Kepentingan Kajian

Pada masa kini TBT dan cat anti-kotoran laut memang masih dan sangat diperlukan dalam pelbagai industri. Lantaran itu, pelbagai usaha dilakukan untuk mencari alternatif penggantinya yang murah dan berkesan walaupun masih belum menemui kejayaan lagi. Usaha ke arah menghasilkan produk yang selamat tanpa toksik sampingan memerlukan data-data jangka panjang alam sekitar yang tepat dan menyeluruh.

Memandangkan TBT boleh mendatangkan kesan yang negatif dan serius kepada organisma bukan sasaran, maka dengan itu satu mekanisme yang dapat meminimumkan kesan negatif itu perlu dicari. Satu Persidangan Diplomati anjuran Pertubuhan Maritim Antarabangsa (*International Maritime Organization - IMO*) pada 1 - 5 Oktober 2001 yang dihadiri oleh 72 negara telah membuat penetapan dalam pengawalan cat anti-kotoran laut yang berbahaya. Sehubungan dengan itu, IMO telah bersetuju pengharaman penggunaan cat anti-kotoran laut berasaskan TBT ke atas kapal laut pada 1 Januari 2003 dan mengisytiharkan pada 1 Januari 2008 semua kapal mestilah bebas daripada sebarang penggunaan cat anti-kotoran laut TBT. Walaupun, peraturan pengharaman penggunaan TBT akan dilaksanakan secara global, tetapi tindakan dan penguatkuasaan akan hanya dapat dijalankan secara setempat. Banyak persoalan yang ditimbulkan mengenai kaedah penguatkuasaan, keberkesanan peraturan dan penguatkuasaan. Dengan demikian, maklumat dan data-

data asas sangat diperlukan dalam membantu melaksanakan peraturan yang dicadangkan. Dengan kaedah menggunakan penunjuk biologi dalam kajian yang dijalankan ini, pastinya akan dapat membantu mengesan pencemaran sebatian BT ini dengan lebih murah, cepat dan dipercayai.

1.6 Definisi Istilah

Imposeks menjelaskan fenomena di mana kehadiran organ seksual jantan pada siput betina yang tidak dijangkiti oleh parasit dan tergolong dalam golongan siput gastropoda yang bersifat gonokoristik (setiap individu mempunyai organ seksual yang berbeza).

Cat anti-kotoran laut (*antifouling paint*) adalah cat yang digunakan pada bahagian kapal yang bersentuhan dengan laut dan struktur binaan manusia di laut untuk menghalang pelekatan dan pertumbuhan organisma akuatik seperti teritip, kupang dan rumpai air.

Tributyltin (TBT) ialah satu sebatian organotin yang mengandungi BT dan bersekuat dengan anion seperti klorida, florida, oksida, hidroksida karboksilat dan tiolat. Formula amnya adalah R_nSnX_{4-n} (di mana $n = 1 - 4$; R = kumpulan alkil dan aril; X = H, atau halogen).

Gastropoda adalah salah satu kelas filum Moluska yang mengandungi lebih kurang 11,000 spesies yang terdiri daripada pelbagai saiz dan bentuk Gastropoda merupakan haiwan yang tersebar secara meluas dan terdapat dalam pelbagai jenis habitat akuatik, terestial, marin dan air tawar.

Kawasan antara pasang surut bermakna kawasan pantai yang terletak di antara min aras air pasang tertinggi dengan min aras air surut terendah. Kawasan ini

boleh dibahagikan kepada empat zon; zon percikan, zon pasang tinggi, zon pasang pertengahan, zon surut rendah.

Populasi merujuk kepada jumlah organisma daripada spesies yang sama yang terdapat pada satu kawasan tertentu dan pada masa yang tertentu.

Siput haliah (*rock shells*) adalah spesies siput di bawah famili Muricidae yang biasa ditemui di kawasan antara pasang surut yang berbatu dengan makanan utamanya adalah teritip dan tiram.

Penunjuk biologi bermakna sesuatu spesies organisma yang digunakan untuk menilai tahap biologi kepada tahap pencemaran yang terdapat di dalam persekitaran akuatik. Penunjuk biologi kepada pencemaran ditakrifkan sebarang tindak balas kepada perubahan mendadak pada faktor-faktor yang diperlukan dalam habitatnya

1.7 Persoalan Kajian

- S1 - Apakah hubungan di antara imposeks dengan aktiviti perkapalan?
- S2 - Apakah status pencemaran TBT di dalam perairan marin Semenanjung Malaysia?
- S3 - Apakah peranti pengurusan yang sesuai untuk mengata si masalah pencemaran TBT ini?

1.8 Pembatasan Kajian

Kajian ini hanya melibatkan spesies siput haliah *Thais s.*, walaupun terdapat siput-siput lain yang menunjukkan fenomena imposeks. Kajian ini juga hanya

dijalankan dan dihadkan kepada perairan Semenanjung Malaysia sahaja iaitu Selat Melaka dan Laut China Selatan

1.9 Hipotesis Kajian

Beberapa hipotesis dapat dibuat sebelum kajian ini dijalankan. Hipotesis yang dirangka adalah seperti berikut;

1. Hipotesis nol adalah tiada perbezaan kelimpahan siput di kawasan aktif aktiviti perkapalan dengan kawasan yang kurang aktiviti perkapalan
2. Hipotesis nol adalah populasi siput tersebut mempunyai taburan normal di kedua-dua kawasan tidak tercemar dan tercemar
3. Hipotesis nol adalah nisbah jantina (jantan kepada betina) adalah 5 : 7
4. Hipotesis nol adalah tiada fenomena imposeks terjadi pada populasi siput haliah *Thais sp.* di Semenanjung Malaysia.
5. Tiada pencemaran sebatian BT di Semenanjung Malaysia

1.10 Struktur Tesis

Tesis ini mengandungi lima bab. Satu kajian literatur yang berkaitan dengan kajian ini dipersembahkan dalam Bab II. Manakala metodologi kajian telah dihuraikan dengan terperinci dalam Bab III. Tata kerja kesemua aktiviti kajian diterangkan dalam bab ini. Dalam bab ini juga memberikan deskripsi fizikal kesemua 19 kawasan kajian yang terlibat. Dalam Bab IV dipersembahkan keputusan dan perbincangan yang relevan dengan kajian-kajian yang telah dijalankan. Akhirnya, dalam Bab V, kesimpulan daripada kajian yang dijalankan telah diikhtisarkan dan beberapa cadangan kajian yang patut dijalankan di masa akan datang diutarakan.